

トランジスタを用いた定電圧装置

The Voltage Stabilizer Using Transistors

小林 栄 二* 竹 村 克 巳*

Eiji Kobayashi

Katsumi Takemura

内 容 梗 概

トランジスタの工業応用の一例として、トランジスタを前置増幅器として用いた交流定電圧装置を試作した。本装置はランプを非直線要素とする電圧検出部、トランジスタ・プリアンプ、半波ブリッジ型磁気増幅器、二相平衡電動機、摺動変圧器からなるサーボ方式であり、系はすべて交流信号電圧により制御されるから、トランジスタの弱点である温度影響を受けにくく、小型で高い信頼性を有し、すぐれた応答特性をもっている。

装置は電源電圧 80~120 V、において 100 V 10 A, 1 kVA の出力を有し、精度は $100 \text{ V} \pm 0.5\%$ 以内、応答速度は 10 V 急変を約 2 秒で回復せしめる程度である。なお検出原理上電源周波数変化は出力電圧に影響を与えない。

1. 緒 言

トランジスタは珍しかつた時代を過ぎて実用の段階にあり、補聴器、通信機器、電子計算機などの分野で真空管を駆逐する勢いをみせている。しかしながら一般工業応用方面では、わが国ではいまだあまり利用されていない。その原因としては、現在市場にあるトランジスタは比較的小出力 (100 mW 以下) であること、温度による特性変化が大きいこと、入力インピーダンスが真空管に比して低い (数 $k\Omega$ 以下) ことなどが考えられよう。

しかしながら近年米国において種々の速応型サーボ磁気増幅器が開発されたので、出力数 10 mW のトランジスタでもこのような磁気増幅器の前置増幅器として十分実用に供することが可能となり、両者を組合わせてすぐれたサーボ系を構成することができる。さらにすべての信号を交流化すればトランジスタの温度による特性変化の影響を軽減することができる。

従来サーボ機構の増幅器としてはもっぱら真空管増幅器が用いられているので、真空管の劣化、ヒータ断線による誤動作、不動作はまぬがれ得なかつた。

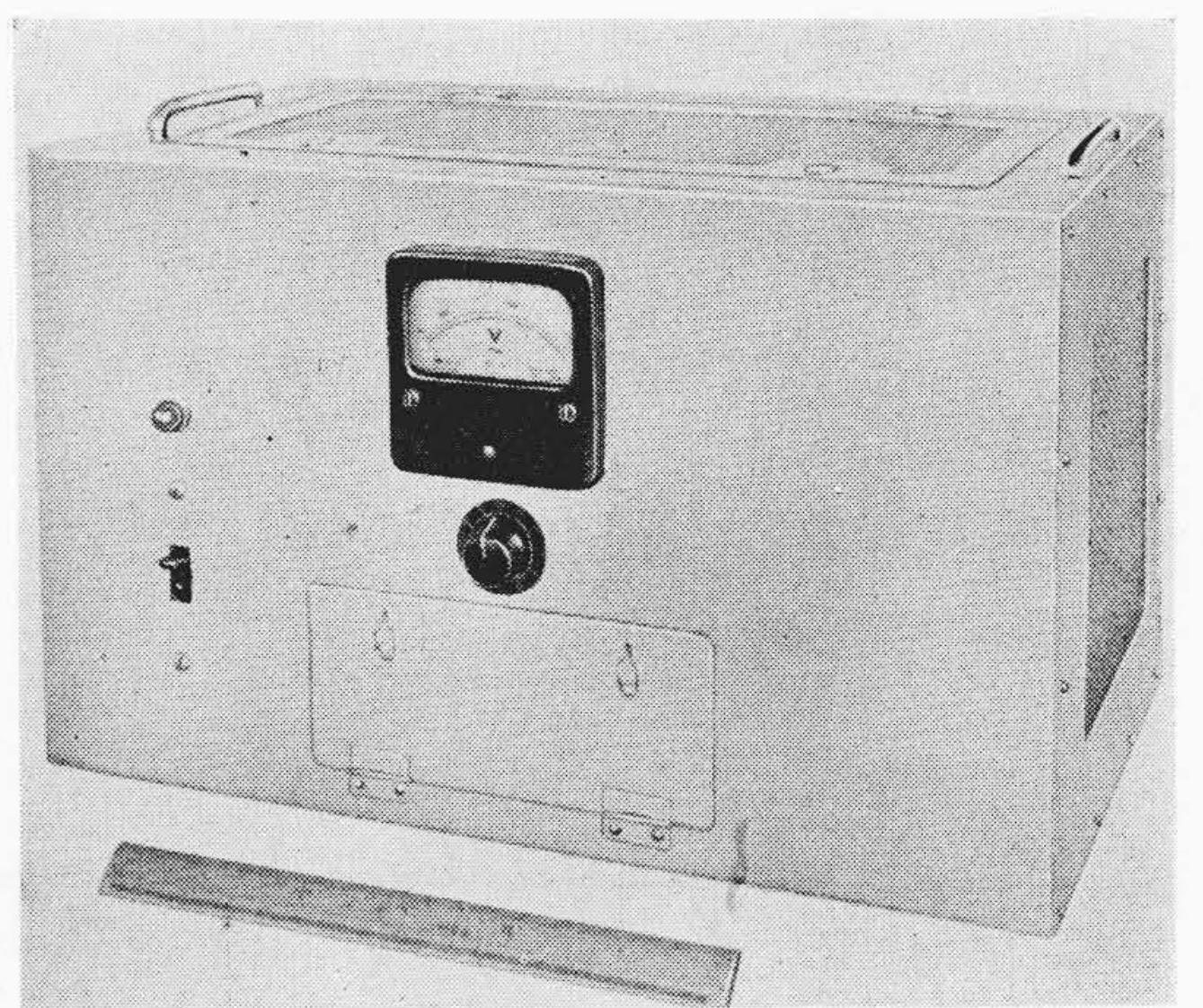
これに対してトランジスタは各部損失、外囲温度を規格値以下におさえれば真空管に比して格段に長寿命であるから磁気増幅部とともにすぐれた信頼性が期待しうる。

本稿では上記のような利点を有するトランジスタ、磁気増幅器を増幅部に使用した汎用定電圧装置についてその概要を述べる。

2. 定電圧装置の原理

第 1 図に定電圧装置の外観、第 2 図はその大要を示す。すなわち非直線抵抗体 2 号ランプと、直線抵抗体マングニン抵抗器よりなるブリッジにより定電圧装置出力電圧の変化を検出する。ブリッジの整定電圧はランプと

* 日立製作所日立研究所



第 1 図 定電圧装置の外観

抵抗器の電圧—抵抗特性の交点により与えられ、整定値からの偏差に応じて位相鋭敏な交流信号電圧が得られる。この微弱な電圧をトランジスタプリアンプ、半波ブリッジ型磁気増幅器で増幅し二相平衡電動機を駆動する。減速装置を介して連結された摺動変圧器 T_2 の刷子は、変圧器 T_1 , T_2 の二次電圧の和が常に整定値に一致するよう正逆回転せしめられ、かくて装置出力電圧は一定に制御される。

整定電圧は整定抵抗器 R_s により微細に調節することができる。

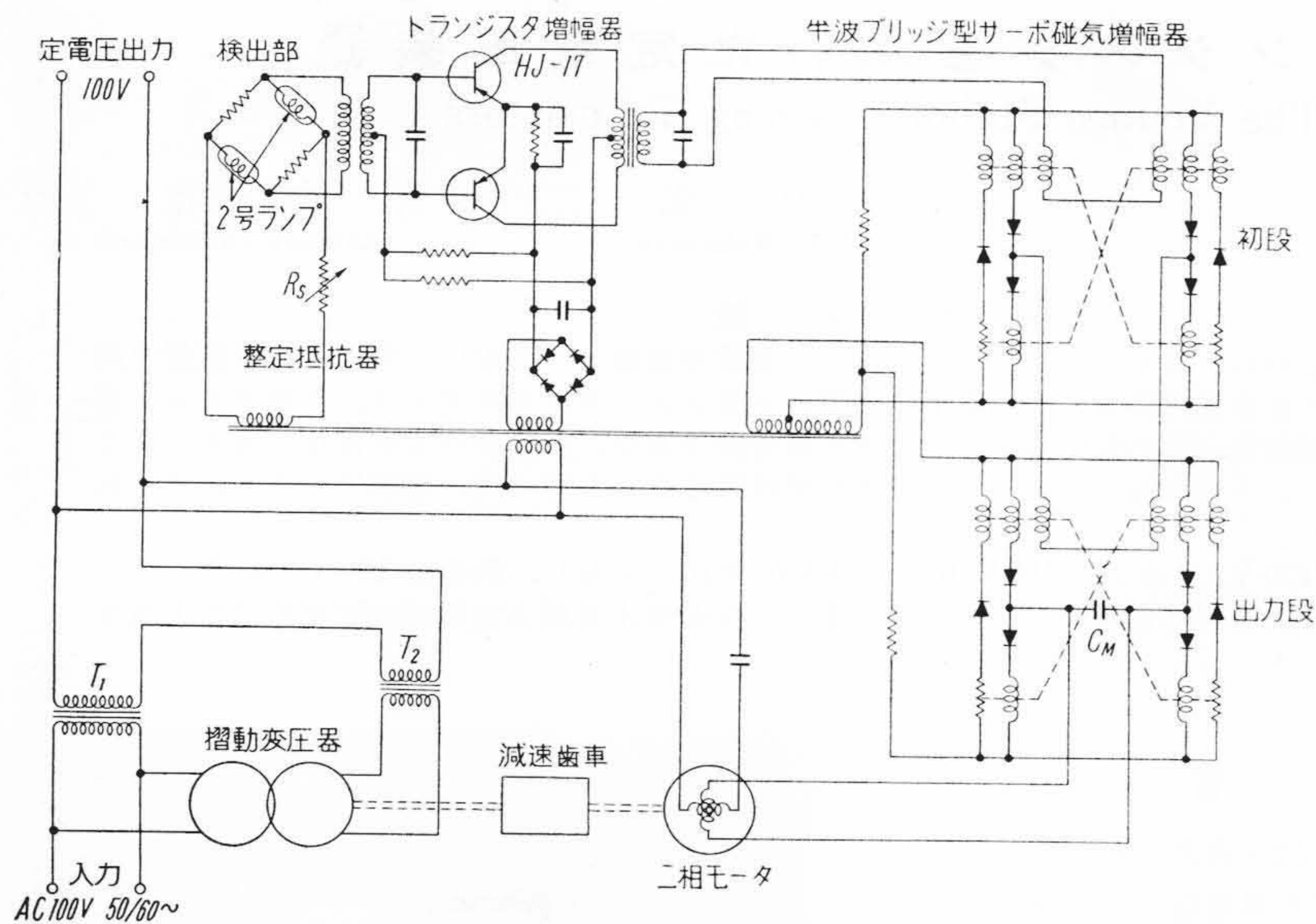
第 2 図の検出部において、ランプ端子電圧と繊維条温度の間の時定数が供給交流電力の周期 $1/2f$ より十分大であれば一定供給電圧のもとにおける繊維条抵抗は電圧の瞬時値に関せずほぼ一定とみなされる。一般にランプの繊維条抵抗、温度、端子電圧の間には

$$R/R_0 = (T/T_0)^\alpha = K(V/V_0)^{2\alpha} \dots\dots\dots (1)$$

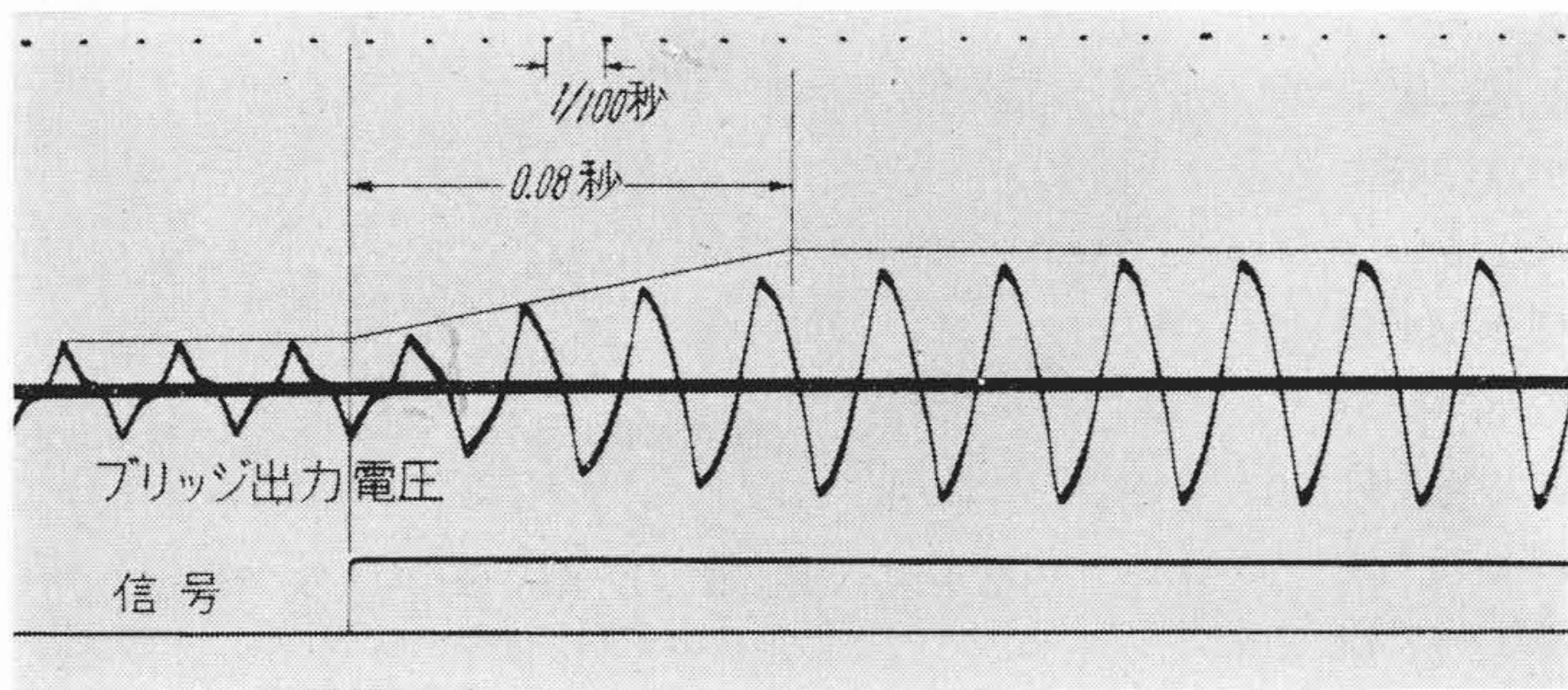
R : $T^\circ\text{C}$ における繊維条抵抗値

R_0 : $T_0^\circ\text{C}$ における繊維条抵抗値

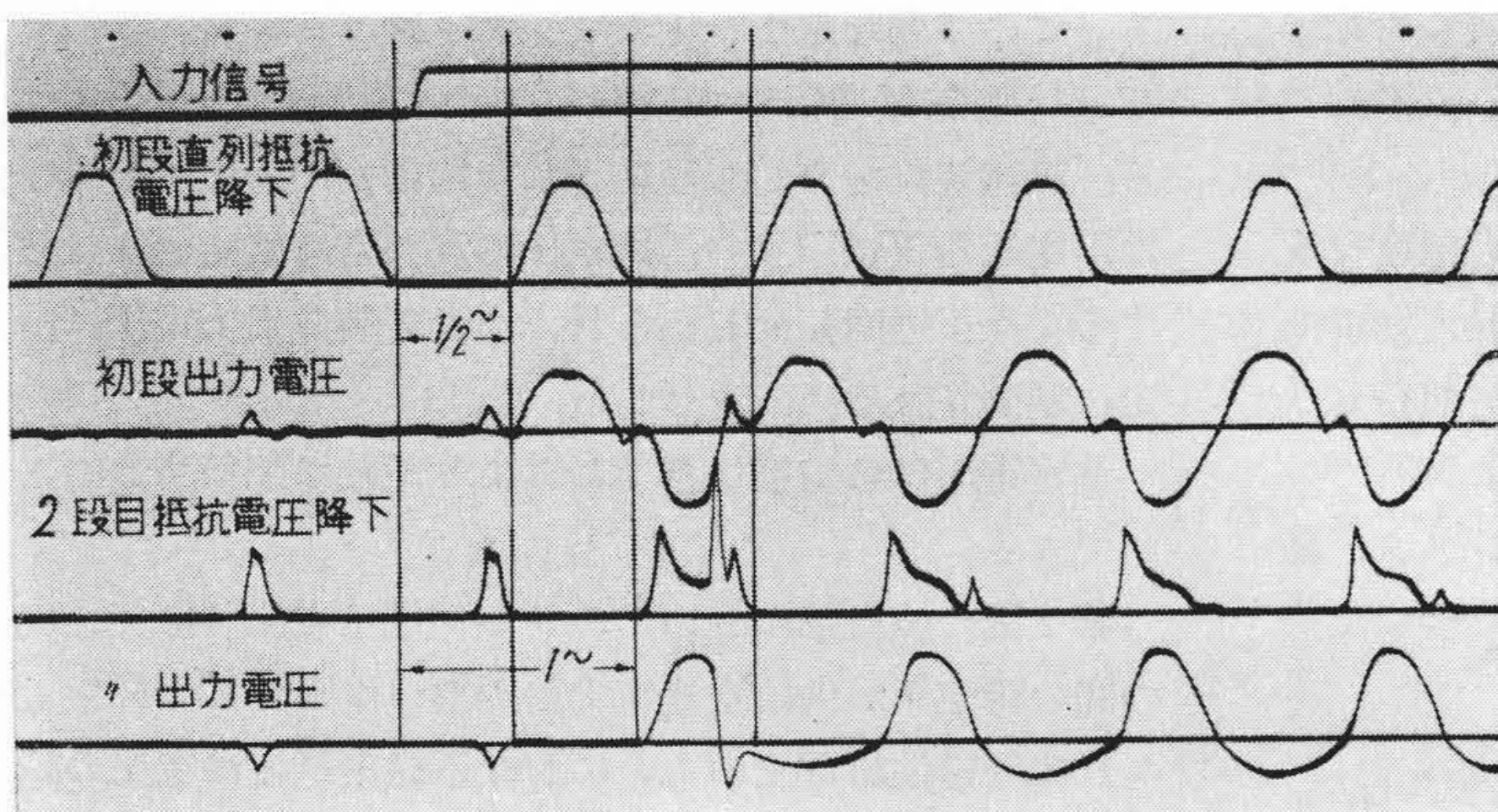
T : 端子電圧 V における繊維条温度



第2図 定電圧装置概略結線図



第3図 検出部動特性オシログラム



第4図 半波ブリッジ型サーボ磁気増幅器の動作オシログラム

T_0 : 端子電圧 V_0 における織糸温度

α : タングステンランプの場合 ≈ 1.2

なる関係があるから、この検出部の整定電圧はランプの非直線特性とマンガニン抵抗器の線型電圧-抵抗特性の

交点で与えられ、供給電圧の整定電圧よりの偏差に応じて180度位相の異なるほぼ正弦波交流電圧が出力として得られる。(1)式には電源周波数の項は含まれないから整定電圧は周波数にかかわらず一定であり、鉄共振型定電圧装置におけるような周波数特性補償は不要であり、本方式のような交流サーボ方式には好適である。

3. 定電圧装置の詳細とその特性

検出部の非直線要素としては下記のものを用いた。

電話交換機用2号パイロ

ットランプ

24 V, 75~115 mA

第3図は検出部の動特性を示すオシログラムで、その時定数は0.08秒である。前述の供給電力の周期は50サイクルにおいて0.01秒で十分小であるから、検出部出力電圧もほぼ正弦波となつている。

トランジスタプリアンプは第2図のようにエミッタ接地、変圧器結合プッシュプル回路で温度補償は考えていないが、交流信号であるから整定電圧にドリフトの生ずることはない。使用トランジスタは下記のものである。

日立 HJ-17 PNP アロイ型

最大定格

コレクタ電圧	-30 V
コレクタ電流	-50 mA
エミッタ電流	50 mA
コレクタ損失	100 mW

(周囲温度 25°C)

磁気増幅部は半波ブリッジ型サーボ磁気増幅器の二段増幅回路である。これは米国海軍研究所で C.W. Lufcy 氏らにより開発されたもので⁽¹⁾⁽²⁾利得に無関係に

一段当たり $1/2$ サイクルの応答速度が得られる。しかしながら半波出力であるからそのままでは平衡電動機の駆動には適さず、電動機端子に蓄電器 C_M を接続して基本波に同調させてトルクを補っている。第4図は磁気増幅部の

動作を示すオシログラムで二段で1サイクルの応答時間が明らかにされている。

全装置の電源電圧変動に対する過渡応答オシログラムを第5図に示した。

- (a) 電源電圧 100 V から 90 V に急変させた場合
- (b) 電源電圧 100 V から 110 V に急変させた場合
- (c) 電源電圧 100 V から 95 V に急変させた場合
- (d) 電源電圧 100 V から 105 V に急変させた場合

上から変化信号, 平衡電動機端子電圧, 摺動変圧器二次電圧を示す。これらのオシログラムから次のような結果が得られた。

電圧変化	最初に 100V にもどるまでの時間	安定までの時間
100→90V	1.85 秒	2.6 秒
100→110V	1.70 秒	3.0 秒
100→95V	1.00 秒	1.9 秒
100→105V	0.85 秒	1.9 秒

すなわち10%の変化を2秒以内に回復せしめており, 安定後の出力電圧は整定電圧 $\pm 0.5\%$ 以内に保たれている。

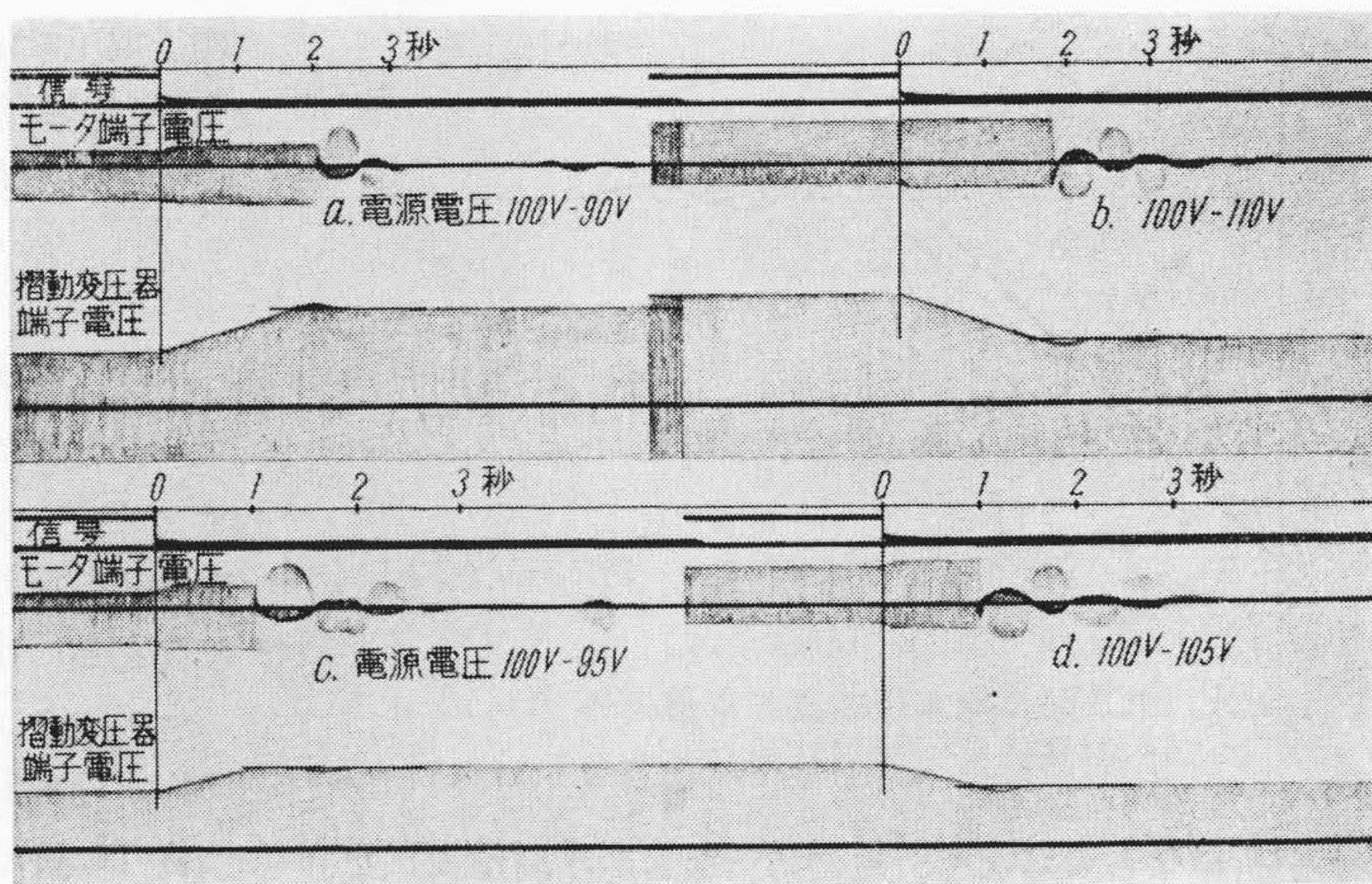
第6図は 100V 配電線に装置を接続し約 1 kVA を負荷した状態における長時間運転結果で, (a)は装置出力電圧, (b)は配電線電圧の記録である。配電線電圧 $\pm 5V$ の変化に対して出力電圧は $\pm 0.5V$ 程度におさまっている。

本装置には真空管のように予熱時間を要する部分はないので, 電源電圧を印加すればただちに動作し, 通常 1～2 秒で出力電圧は整定値に一致する。

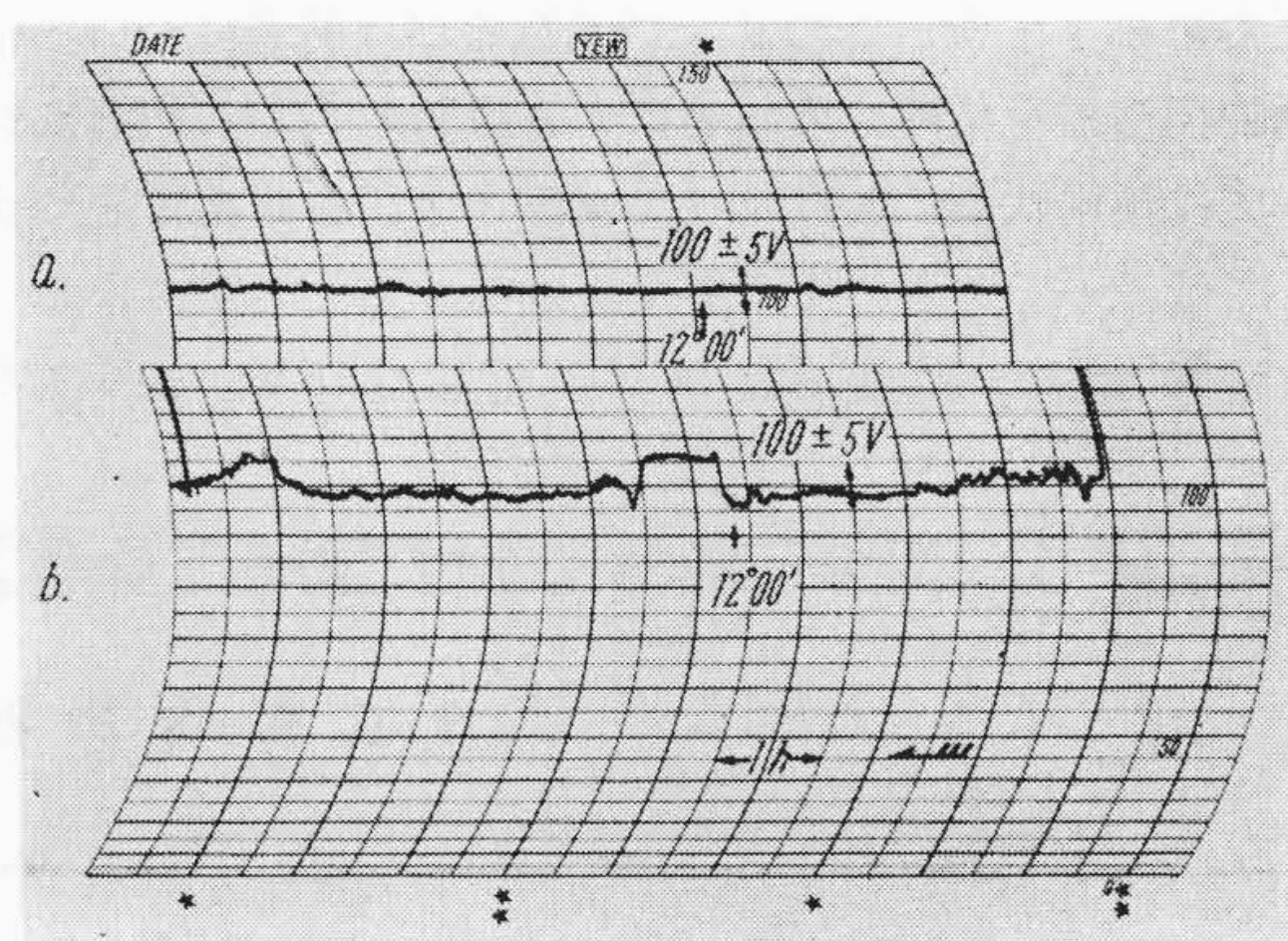
検出, 増幅, 操作部の所要電力は約 30 VA で装置出力に比較して小さな値である。

4. 結果の検討

既述のように本装置は従来の装置に比較して種々の利



第5図 定電圧装置の過渡応答オシログラム

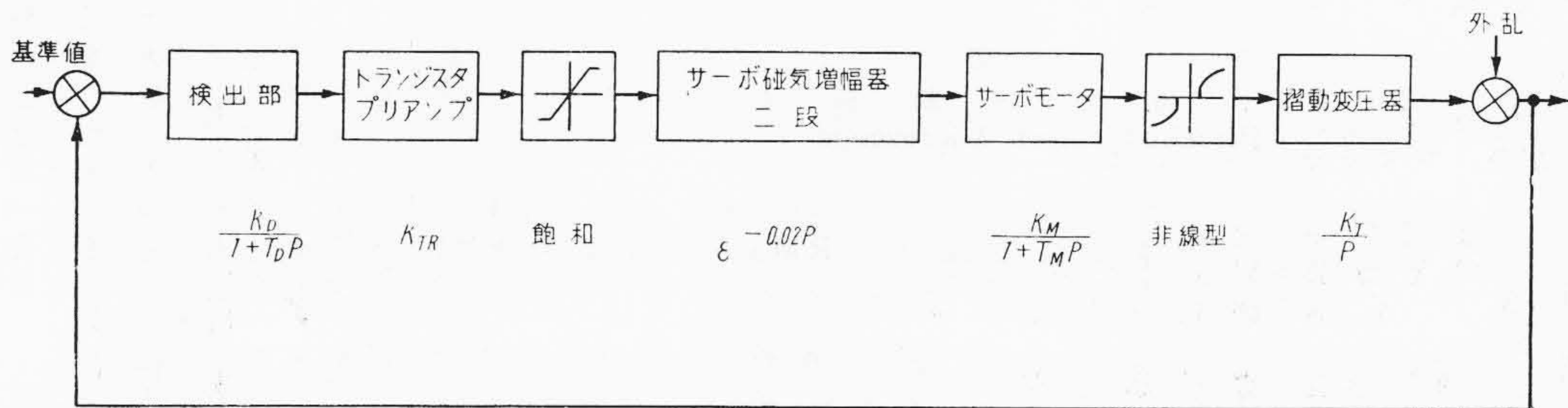


第6図 長時間運転記録

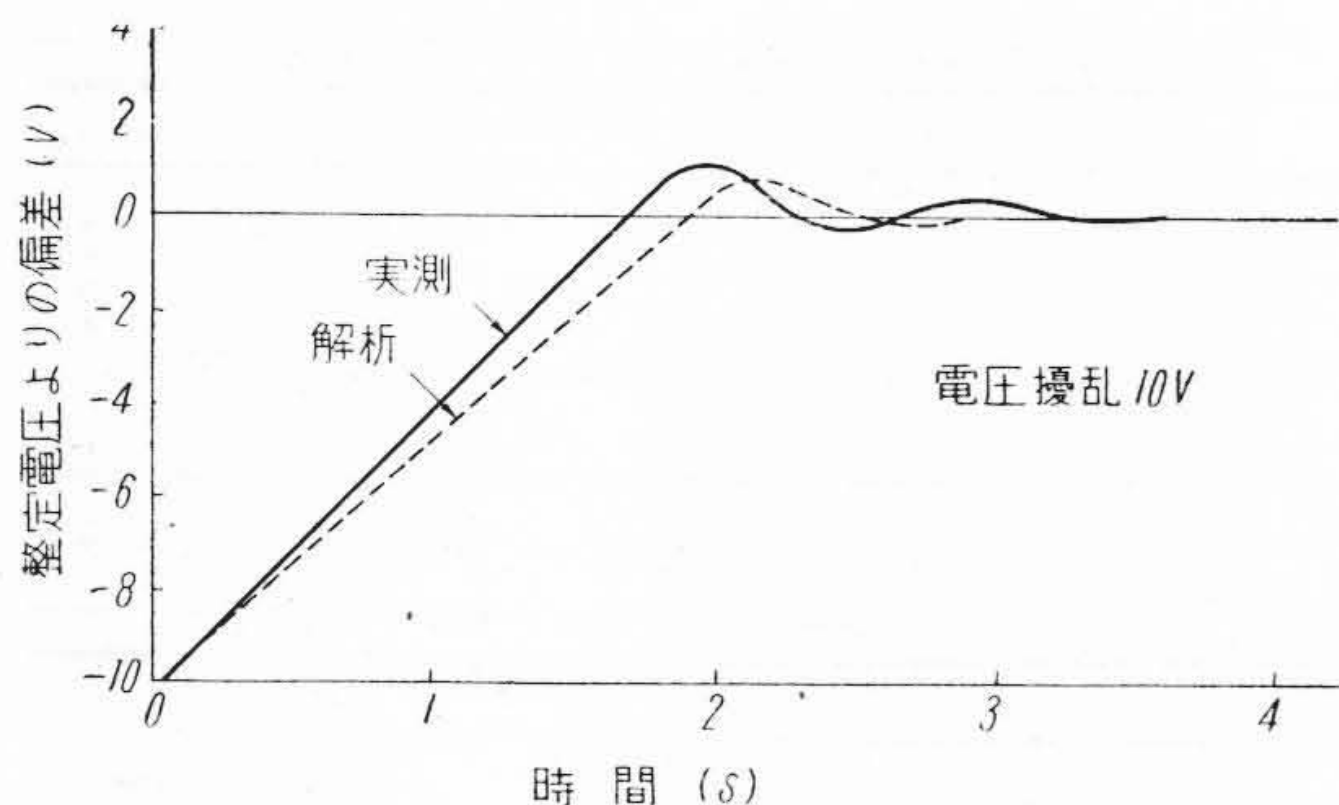
点を有する。

第7図は各部特性より導出した本装置のブロック線図である。プリアンプの飽和および平衡電動機の端子電圧対回転数の非線型を考慮した。磁気増幅部は第4図のように平均1サイクルのむだ時間をもつ要素であるからその伝達函数は $\epsilon^{-0.02P}$ となる。

第8図は電源電圧変化 10V の場合の実測結果とアナログコンピュータによる解析結果の比較を示している。むだ時間の影響によつて実測結果の方がやや振動的であ



第7図 定電圧装置のブロックダイアグラム



第8図 定電圧装置の過渡応答
実測結果と解析結果の比較

るが解析結果と大差なく、乱調防止などの手段を講じなくても十分実用に供することができる。

本装置のうちで、しいて弱点と考えられるのは摺動変圧器の刷子と検出部のランプであるが、前者については誘導調整器を使用することにより改善しうる。後者については使用状態におけるランプ端子電圧を定格電圧に比して低くとることにより寿命を延長することができる。本装置においては定格値 24V に対して 15V、約6割の

端子電圧で使用しているから、定格値で使用する場合より著しく長命である。端子電圧を極端に低くとすることは時定数の増大をきたして不利である。

5. 結 言

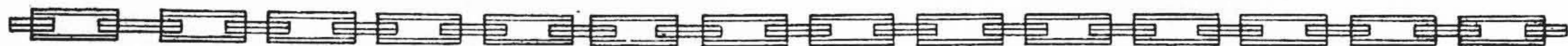
トランジスタの工業応用の一つとしてトランジスタをプリアンプに用いた定電圧装置を試作した。増幅部はトランジスタおよび磁気増幅器で構成されているから信頼度の高いものとなつた。さらに周波数特性補償も不必要で従来品に比較して相当小型化されている。

今後トランジスタの性能、出力などの向上とともにその応用分野もますます拡大されるものと信ずる。

終りに終始御指導を賜つた日立製作所日立研究所三浦所長、数野副所長、日立工場泉副部長に厚く感謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) C.W. Lufcy, A.E. Schmid, P.W. Barnhart: Trans. A.I.E.E., 71, 281 (1952)
- (2) C.W. Lufcy, H.H. Woodson: Trans. A.I.E.E., 73, 220 (1954)



日立製作所社員社外寄稿一覧

(昭和32年11月受付分)

寄 稿 先	題 目	執筆者所属	執 筆 者
日本機械学会 鋼管鋁業KK	最近の蒸気タービンおよびタービンプラント 「タ マ ン ガ ン 鋁 山」 雑 感	日立工場 日立工場 日本社	綿 森 力 木 村 博 長 瀬 淳
鉄道電化協会 電気学会 日本鉄道車輛工業協会	水銀整流器新規格 JEC-133 について 可飽和相互誘導型自動移相器の研究 ビルマ鉄道納1等寝台車について	日立工場 日立研究所 笠戸工場	桑 島 千 秋 小野田 芳 光 斎 藤 節 夫
日本金属学会	鉄鋼中のガス分析用試料採取方法について	亀有工場	西 山 太喜夫 重 松 八 郎
建設文化社 日刊工業新聞社 日刊工業新聞社 自動制御研究会	メラミンプラスチック化粧板について テレビ受信機設計におけるトランジスタ回路の問題 日立テレビFMB-780型14吋テレビ受信機 相関型サーボアナライザの計算機構	多賀工場 戸塚工場 戸塚工場 戸塚工場	松 井 千 里 北 村 貞 夫 福 間 英 夫 不 破 康 博
応用物理学会	ベルト起電機の電圧安定法	中央研究所	片 桐 信二郎 千 毛 啓 治
電気学会 日本機械学会 文部省大学学術局	電 離 電 圧 平 歯 車 の 動 荷 重 に つ い て Hitachi Electron Microscope	中央研究所 中央研究所 中央研究所	大 村 一 郎 歌 川 正 博 只 野 文 哉
日本金属学会 真空機器協会 高分子学会	合金白鑄鉄の研究(第1報) 同位体分離装置日立RMJ-5型質量分析計 鎖状高分子溶液についての研究(1)	中央研究所 中央研究所 中央研究所	福 元 一 郎 近 藤 弥太郎 上 山・川 松
電子顕微鏡学会 関西電気協会 文部省大学学術局	電子顕微鏡の分解能測定法について 身近かで役立つポータブルアナコン 低 圧 空 気 分 離 装 置	中央研究所 本社 本社	孤 田 孜 池 沢 慎 一 海老原 常 吉